

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 辻晶弘

辻晶弘氏の学位論文のタイトルは“Holography of Two-point Correlators in the Large R-charge Limit” (邦題: R 電荷が大きい極限における 2 点関数のホログラフィー) であり、超弦理論に関連して発展した Anti-De Sitter 空間中における重力とゲージ理論の双対性について行われた研究をまとめたものである。本論文は 7 章よりなり第 1 章は一般的な導入、第 2 章は双対性についての一般的な解説、第 3 章は本論文の基礎となる BMN 対応におけるトンネル描像の解説である。この結果に基づき、第 4 章でまず最初の研究成果である、大きな角運動量 J で回転する弦の 2 点関数の計算を通じた双対性の検証について述べられている。次に第 5 章では 2 番目の研究成果の解説のために必要となる、有限温度におけるゲージ/重力双対の主要な点がまとめられている。それに続く第 6 章で、第 4 章と同じく大きな角運動量で回転する弦の相関関数の計算が有限温度の場合に拡張されている。最後の第 7 章はまとめと展望が述べられている。

重力理論とゲージ理論の双対性は近年の弦理論の発展における主要なテーマであり、各方面からの検証がなされている。この論文で考えられている大きな角運動量で回転する古典的な弦の運動は、双対なゲージ理論では大きな R 電荷を持つ演算子の強結合での振る舞いに対応している。大きな電荷を持つ演算子は多数のスカラー粒子の複合系と見なすことができ、一般的には解析は大変難しいと考えられてきた。ところが近年の研究で、可解系の手法を応用することにより複合系に対する異常次元の計算が摂動展開の全てのオーダーで可能となった。この発見は大変顕著なものであり、現在の弦理論の研究の大きなテーマの一つに発展している。

この論文では、このようなゲージ理論の演算子の 2 点相関関数を重力理論の立場から導く試みがなされている。元々ゲージ理論の相関関数は重力理論の古典解を用いて作用を評価することにより求めることができるというのが重力/ゲージ理論対応の主要な主張であったが、これまでその手法は局所的な演算子にのみ適用されてきた。この論文で考察されている大きな R 電荷を持つ演算子は、重力側では広がりを持つ解に対応しており、これまで通常行われてきた解析の範疇に収まらないものである。この様な解析を行う上では重力側の運動で時間変数や空間変数の一部を純虚数として計算する必要がある。これは米谷教授らにより以前行われた研究に基づいており、本論文では第 3 章にその基本的なアイデアがまとめられている。この論文では pp 波と呼ばれる Anti-De Sitter 空間の極限で得られる空間中において高速で回転する弦の古典解を求め、さらにそれを作用に代入することにより重力側での 2 点関数の計算を行っている。このようにして得られた相関関数から得られる異常次元は、ゲージ理論側で可解性の手法を用いて得られたものに一致しており、ゲージ/重力双対に対

する新たなサポートを与えている。

次に、以上の解析を有限温度の場合に拡張した計算が本論文の2番目のテーマである。有限温度系を扱うためにはアンティード・ジッター空間にブラックホール解を持ち込む必要がある。本論文ではまず第5章でブラックホール計量の具体型、およびそれに関連する相転移 (Hawking-Page 転移とよばれるもの) を定義・準備する。第6章でブラックホール解の中で回転する弦の古典解を求め、それを作用に代入することによりゲージ理論の2点相関関数の有限温度の下での具体型を求めている。今のところゲージ理論の方では有限温度の場合の異常次元の計算はなされておらず、重力側でなされた計算が正当であるかどうかは確認できない。この意味ではこの論文における計算は双対性の確認と言うよりは、有限温度のゲージ理論の性質の一部の予言といった意義を持たせることが可能である。

以上のようにこの論文では重力/ゲージ理論双対性の予想に対するこれまでなされてこなかった検証を行っており、十分な学術的な意義をもつものと考えられる。また論文や審査会における発表を通じて本人が学位を得るのに十分な学識を持つことを認定できた。したがって、本審査委員会は博士(学術)の学位を授与するにふさわしいものと認定する。